

◇ 化 学

化 7-1~化 7-14 まで 14 ページあります。

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16, Al=27, Cl=35.5

第1問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 次の a・b に当てはまるものを、それぞれの解答群の①~⑤のうちから1つずつ選べ。

a 遷移元素であるもの

① Ar ② S ③ Na ④ Br ⑤ Cu

b 第一イオン化エネルギーの値が最も大きい原子

① O ② S ③ Cl ④ P ⑤ Ne

問2 化学結合に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① 共有結合の結晶のうち、電気伝導性を示すものが存在する。
- ② イオン結晶は、陽イオンと陰イオンからなり、水に溶けやすいものが多い。
- ③ 金属は、一般に熱や電気をよく導き、延性・展性を示す。
- ④ 分子結晶では、分子間に働く力が弱いため、室温で昇華するものがある。
- ⑤ 水分子は、非共有電子対をもつので、水素イオンとイオン結合することができる。

問3 図1に0.050 mol/kgのスクロース水溶液の冷却曲線を示した。下の問い(a・b)に答えよ。

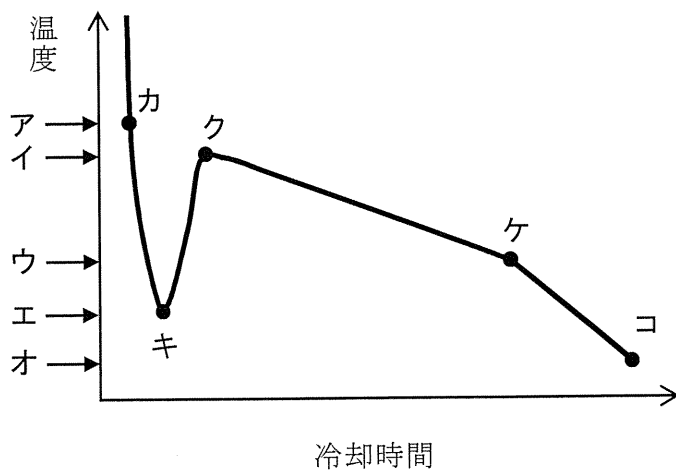


図1 0.050 mol/kgのスクロース水溶液の冷却曲線

a 0.050 mol/kgのスクロース水溶液の凝固点として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ

b 固体と液体が共存している区間として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

- ① カーキの区間 ② カークの区間 ③ キークの区間
 ④ クーケの区間 ⑤ クーコの区間 ⑥ ケーコの区間

問4 ある自動車が10 km 走行したとき1.0 Lの燃料を消費した。このとき発生した二酸化炭素の質量は、平均すると1 kmあたり何gか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、燃料は完全燃焼したものとし、燃料に含まれる炭素の質量の割合は85%、燃料の密度は0.60 g/cm³とする。 6 g

- ① 18 ② 36 ③ 70 ④ 190 ⑤ 220 ⑥ 260

問5 理想気体と実在気体に関する次の文章中の空欄ア～ウに当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから1つ選べ。 7

実際に存在する気体(実在気体)は、気体の状態方程式に完全に当てはまるわけではない。気体の状態方程式に完全に当てはまるとした気体を理想気体というが、理想気体には分子間力がはたらかず、分子自身のアがない。実在気体も、比較的イ温でウ圧の状態では分子間力や分子のアの影響が小さく、ほぼ理想気体とみなすことができる。

	ア	イ	ウ
①	質量	低	低
②	質量	高	高
③	質量	低	高
④	質量	高	低
⑤	体積	低	低
⑥	体積	高	高
⑦	体積	低	高
⑧	体積	高	低

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 塩Aは、不純物として塩化ナトリウムを含む塩化アンモニウムである。塩Aに含まれる塩化アンモニウムの質量パーセント濃度〔%〕を調べるために、次の実験を行った。1.0 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液 100 mLに塩A 3.0 gを加えて加熱した。発生した気体Bをすべて0.050 mol/Lの硫酸 1.0 Lに吸収させた。その20 mLを取って、0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で中和させるのに12 mLを要した。ただし、気体Bの吸収による溶液の体積変化はないものとする。次の問い(a・b)に答えよ。

a 発生した気体Bとして最も適当なものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① 塩素 ② 窒素 ③ 塩化水素 ④ アンモニア
⑤ 二酸化窒素

b 塩Aに含まれる塩化アンモニウムの質量パーセント濃度〔%〕として最も適当な数値を、次の①~⑧のうちから1つ選べ。 %

- ① 18 ② 22 ③ 36 ④ 44 ⑤ 52 ⑥ 65
⑦ 71 ⑧ 88

問2 窒素原子の酸化数が最大のものと最小のものとして最も適当なものを、次の①~⑤のうちから1つずつ選べ。最大- , 最小-

- ① N_2 ② NH_3 ③ NO ④ NO_2 ⑤ HNO_3

問3 アルミニウムの製造に関する文章を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

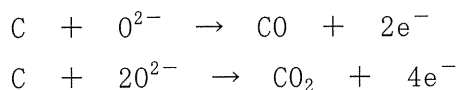
イオン化傾向の **ア** 金属の単体は、それらのイオンを含む水溶液の炭素電極を用いた電気分解において、その陰極で **イ** が発生するだけで金属は析出しない。そこで、これらの金属の酸化物などを高温で融解して液体にし、水を含まない状態で電気分解して単体を得る。

アルミニウムの単体の工業的製造方法は以下のとおりである。氷晶石 Na_3AlF_6 を約 1000°C に加熱して融解したものに、 **ウ** とよばれる純粋な酸化アルミニウム Al_2O_3 を溶かす。炭素電極を用いてこれを電気分解し、融解状態のアルミニウムの単体を得ている。

a 文章中の空欄 **ア**～**ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。 **12**

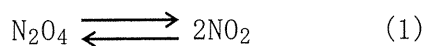
	ア	イ	ウ
①	小さい	水素	ボーキサイト
②	小さい	水素	アルミナ
③	小さい	酸素	ボーキサイト
④	小さい	酸素	アルミナ
⑤	大きい	水素	ボーキサイト
⑥	大きい	水素	アルミナ
⑦	大きい	酸素	ボーキサイト
⑧	大きい	酸素	アルミナ

b 陽極の炭素電極で次のような反応がおこり、CO が 80 mol と CO_2 が 200 mol 発生した。この融解塩電解で得られたアルミニウムの質量 [kg] として最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから1つ選べ。 **13** kg



- ① 4.3 ② 8.6 ③ 13 ④ 17 ⑤ 22 ⑥ 26

問 4 四酸化二窒素 N_2O_4 が分解して二酸化窒素 NO_2 に変化する反応は可逆反応であり、その化学反応式および平衡定数 K は次の(1)式および(2)式で表される。また、(1)式の正反応は吸熱反応である。



$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \quad (2)$$

この反応に関する次の問い(a・b)に答えよ。ただし、 N_2O_4 および NO_2 は気体であり、(2)式の $[\text{N}_2\text{O}_4]$ 、 $[\text{NO}_2]$ は、それぞれ平衡状態における N_2O_4 および NO_2 のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を表す。

a (1)式の反応が平衡状態にあるとき、次のア～エの操作をそれぞれ行った。平衡が右へ移動する操作の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから1つ選べ。 14

- ア 体積を一定に保ち、温度を低くする。
- イ 温度を一定に保ち、圧力を小さくする。
- ウ 温度と体積を一定に保ち、 N_2O_4 を加える。
- エ 温度と体積を一定に保ち、Ar を加える。

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ ④ イとウ
- ⑤ イとエ ⑥ ウとエ

b 10 L の容器にある量の N_2O_4 を封入し、温度と体積を一定に保って放置したところ、 NO_2 が 0.20 mol 生じたところで平衡状態に達した。平衡状態における N_2O_4 の物質質量 $[\text{mol}]$ として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから1つ選べ。ただし、この温度での(2)式の平衡定数 K は、 $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ である。 15 mol

- ① 0.010 ② 0.10 ③ 0.20 ④ 1.0 ⑤ 2.0

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 水素に関連する次の記述 a~c の正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから1つ選べ。

- a 同温同圧の条件下で、すべての気体の中で最も密度が低い。
- b 水に溶けやすい。
- c 空気中で点火すると、淡い青色の高温の炎を出して燃える。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問2 ハロゲンに関する記述として正しいものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。

- ① ハロゲン元素の原子は、非金属元素の原子とはイオン結合をつくる。
- ② 塩素のオキシ酸は、塩素原子の酸化数が小さいものほど酸化力が強い。
- ③ フッ化水素酸は、ポリエチレンの容器を溶かす。
- ④ 単体の臭素は、希硫酸中で臭化カリウムを還元すると得られる。
- ⑤ 単体のヨウ素は、常温で水と激しく反応する。

問 3 硝酸を製造する方法に関する次の文章を読んで、下の問い(a・b)に答えよ。

実験室では、に濃硫酸を加えて加熱することで硝酸を発生させる。工業的には、まずと空気を混合して 800℃の白金網に通じることで一酸化窒素を得る。一酸化窒素を冷却後、酸素と反応させて二酸化窒素とする。これを水に吸収させることで硝酸を得る。このとき同時にが発生する。

a 文章中の空欄 ～ に当てはまる物質として適当なものを、次の①～⑨のうちから 1 つずつ選べ。

- | | | |
|------------|-----------|------------|
| ① 水素 | ② 酸素 | ③ 窒素 |
| ④ 一酸化窒素 | ⑤ 二酸化窒素 | ⑥ アンモニア |
| ⑦ 塩化アンモニウム | ⑧ 硝酸ナトリウム | ⑨ 亜硝酸ナトリウム |
| ⑩ 水 | | |

b 1.6 kg の を完全に硝酸に変えたとすると、得られる硝酸は最大で何 kg か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。

kg

- ① 1.6 ② 2.8 ③ 3.2 ④ 4.4 ⑤ 5.9 ⑥ 6.3

問 4 金属の単体に関する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。

- ① 単体の鉛は密度が低く、やわらかい。
- ② 単体のナトリウムは、水中で保存する。
- ③ 単体の鉄は、希硫酸とは不動態をつくるため、溶解しない。
- ④ 単体の金は、金属の単体の中で電気伝導性が最大である。
- ⑤ 単体の銀は、空気中の酸素と化合しにくい。

問5 塩 A の水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、沈殿 B が生じた。また、塩 A の水溶液に希硫酸を加えると、沈殿 C が生じた。次の問い(a・b)に答えよ。

a 塩 A として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

23

- ① CaCl_2 ② CuCl_2 ③ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ④ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
⑤ Na_2SO_4

b 塩 A, 沈殿 B, 沈殿 C に関する次の記述ア～エのうち正しいものの組合せを、下の①～⑥のうちから1つ選べ。 24

- ア 塩 A の水溶液は、炎色反応を示す。
イ 沈殿 B は黄色である。
ウ 沈殿 B に光を当てると、銀が遊離する。
エ 沈殿 C は希塩酸に気体を発生しながら溶ける。

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ ④ イとウ
⑤ イとエ ⑥ ウとエ

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 25 ~ 31〕

問1 セッケンに関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。 25

- ① 油脂に硫酸ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、セッケンとグリセリンが生成する。
- ② セッケンを水に溶かすと、その水溶液は弱塩基性を示す。
- ③ セッケンを水に溶かすと、ある濃度以上でセッケン分子は会合コロイドを形成する。
- ④ セッケン水に食用油を加えてよく振り混ぜると、乳化する。
- ⑤ セッケン水に塩化カルシウム水溶液を加えると、沈殿が生じる。

問2 窒素を含む芳香族化合物に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。 26

- ① 5℃以下においてアニリンの希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する。
- ② 塩化ベンゼンジアゾニウムが水と反応すると、フェノールが生成する。
- ③ アニリンに無水酢酸を反応させると、アミド結合をもつ化合物が生成する。
- ④ アニリンにさらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
- ⑤ *p*-フェニルアゾフェノールには、窒素原子間に三重結合が存在する。

問3 有機化合物の構造異性体に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから1つ選べ。 27

- ① 1-ブタノールと2-メチル-1-プロパノールは、互いに構造異性体である。
- ② C_4H_{10} で表される化合物には、二つの構造異性体がある。
- ③ エタンの水素原子の2個を塩素原子2個で置き換えた化合物には、二つの構造異性体がある。
- ④ ジクロロメタン(CH_2Cl_2)には、二つの構造異性体がある。
- ⑤ ジメチルエーテルとエタノールは、互いに構造異性体である。

問4 炭素，水素，酸素，窒素からなる有機化合物の元素分析を行ったところ，炭素，水素，窒素の質量パーセントが表1のようになった。この有機化合物の組成式として最も適当なものを，下の①～⑥のうちから1つ選べ。 28

表1 元素分析の結果

各元素の質量パーセント		
C	H	N
32.0	6.67	18.7

- ① CH_3NO_2 ② CH_5NO_2 ③ $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ ④ $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2$ ⑤ $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$
 ⑥ $\text{C}_3\text{H}_9\text{NO}_2$

問5 図2の反応経路図中の化合物ア～ウとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから1つずつ選べ。ア— 29，イ— 30，ウ— 31

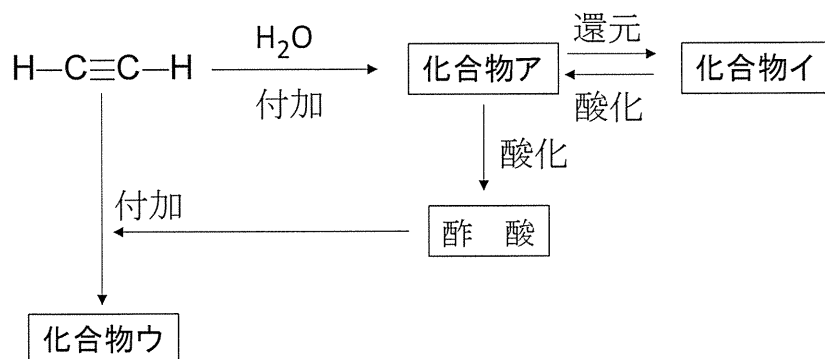


図2 反応経路図

- ① $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ② $\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C-H}$
 ③ $\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C-OH}$ ④ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$
 ⑤ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ ⑥ $\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C-O-CH}_2\text{-CH}_3$
 ⑦ $\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C-O-}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C-CH}_3$ ⑧ $\text{CH}_2\text{=CH-O-}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C-CH}_3$